

<https://helda.helsinki.fi>

---

## Kliinisen rasituskokeen käyttö sydänsairauksissa : Suomen Kardiologisen Seuran työryhmän suositus

Laukkanen, Jari

2016

---

Laukkanen , J , Nieminen , T , Savonen , K , Kervinen , K , Poutanen , T & Raatikainen , P  
2016 , ' Kliinisen rasituskokeen käyttö sydänsairauksissa : Suomen Kardiologisen Seuran  
työryhmän suositus ' , Suomen lääkärilehti , Vuosikerta. 71 , Nro 9 , Sivut 633-640 . <  
<http://www.fimnet.fi/cl/laakarilehti/pdf/2016/SLL92016-633.pdf> >

---

<http://hdl.handle.net/10138/223897>

---

publishedVersion

---

*Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository.*

*This is an electronic reprint of the original article.*

*This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.*

*Please cite the original version.*

Suomen Kardiologisen Seuran  
työryhmä:

**JARI LAUKKANEN (PJ.),  
TUOMO NIEMINEN,  
KAI SAVONEN,  
KARI KERVINEN,  
TUIJA POUTANEN,  
PEKKA RAATIKAINEN**

**JARI LAUKKANEN**  
FT, dosentti, kardiologian  
erikoislääkäri  
Itä-Suomen yliopisto ja  
Keski-Suomen keskussairaala,  
sisätaudit

**TUOMO NIEMINEN**  
sisätautiopin professori  
Helsingin yliopisto, Etelä-  
Karjalan keskussairaala ja HYKS

**KAI SAVONEN**  
LT, LitM, TtM, dosentti,  
liikuntalääketieteen ja  
terveydenhuollon erikoislääkäri  
Kuopion liikuntalääketieteen  
tutkimuslaitos

**KARI KERVINEN**  
dosentti, sisätautiin ja  
kardiologian erikoislääkäri  
OYS, medisiininen tulosalue,  
kardiologian osasto

**TUIJA POUTANEN**  
LT, lastenkardiologi  
TAYS, lastenlinikka

**PEKKA RAATIKAINEN**  
professori, kardiologian ja  
sisätautiin erikoislääkäri  
Itä-Suomen yliopisto ja  
Keski-Suomen keskussairaala,  
sisätaudit

# Kliinisen rasituskokeen käyttö sydänsairauksissa

– Suomen Kardiologisen Seuran työryhmän suositus

- Kliininen rasituskoe on keskeinen ja kokonaisvaltainen tutkimusmenetelmä monien sydänsairauksien diagnostiikassa, ennusteen arvioinnissa, hoitolinjan valinnassa ja seurannassa. Sen käyttöä ei pidä vähentää, vaikka muita sydämen kuvantamismenetelmiä on saatavilla.
- Vakaaoreista sepelvaltimotautia epäiltäessä rasituskoe on ensisijainen tutkimus taustatietojen perusteella arvioidun ennakkotodennäköisyyden mukaan oikein valituille potilaille.
- Menetelmän hyvä saatavuus ja edullisuus ovat tärkeimpiä etuja muihin sepelvaltimotaudin tutkimusmenetelmiin verrattuna.
- Rasituskokeen tulkinta ei rajoitu EKG:n ST-välin muutosten mittaukseen, vaan tutkimuksen aikana seurataan myös sydämen syketaajuutta ja verenpainetta, määritetään potilaan suorituskyky ja dokumentoidaan mahdolliset rytmihäiriöt.
- Kliininen rasituskoe on tärkeä tutkimus rasituksen aikana ilmenevien rytmihäiriötuntemusten diagnostiikassa, ja sitä voidaan käyttää myös lasten sydänsairauksien diagnostiikassa ja hoidon suunnittelussa.

Kliininen rasituskoe on hyödyllinen ja tärkeä työkalu sepelvaltimotautia epäiltäessä ja rytmihäiriöiden tai poikkeavan rasitusvasteen tunnistamisessa ja riskin arvioinnissa (taulukko 1). Rasituskoea käytetään lisätutkimuksena myös lasten oireiden selvittelyssä.

Rasituskokeen tulkinnessa on huomioitava oireiden ja sydänfilmin (EKG) muutosten lisäksi potilaan taustatiedot (ennakkotodennäköisyys), suorituskyky sekä syke- ja verenpainevas- te. Rasituskoe on käyttökelpoinen tutkimus-

mitusmalleja, joissa kuorman suuruus ja kesto ovat erilaisia. Mallien erilaisuuden takia on tärkeää, että käytetty kuormitustapa kuvataan tulo- koksia ilmoitettaessa (1). Tavoitteena on kuor- mituksen asteittainen lisääminen yksilölliselle maksimitasolle.

Suosittelavin kuormitusmalli on ns. ramp- piohjelma, jossa kuormitusta kasvatetaan va- kiomäärällä yhden minuutin välein potilaan subjektiiviseen maksimiin asti (2). Ramppi- ohjelman pienet kuormanlisäykset mahdollista- vat maksimaalisen suorituskyvyn luotettavam- man arvioinnin pitempiä kuormitusportaita ja suurempia kuormanlisäyksiä sisältävään rappu- ohjelmaan verrattuna (3,4). Ramppiohjelmassa korkeintaan kahden minuutin ajan kestävän to- tuttelu- ja lämmittelyvaiheen jälkeen kuormi- tusta lisätään portaittain niin, että saavutetaan subjektiivinen maksimitaso.

Aloituskorma (yleensä 10–20 W) kannattaa valita yksilöllisesti potilaan iän, sukupuolen, anamnestisen suorituskyvyn, pituuden ja pai- non perusteella arvioidun suorituskyvyn mu- kaan. Testin kuluessa kuormitusta lisätään mi- nuutin välein 10–20 W tai aloituskorman mää- rällä siten, että maksimaalinen kuormitus saa- vutettaisiin 8–12 minuutissa (5,6). Jos potilas asetetaan pian kuormituksen päätyttyä makuul- le ainakin viiden minuutin ajaksi, voidaan saada

*Rasituskokeessa tavoitteena on  
kuormituksen asteittainen lisääminen  
yksilölliselle maksimitasolle.*

LIITEAINEISTO  
pdf-versiossa  
[www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi)

Sisällysluettelot  
SLL 9/2016

VERTAISARVIOITU 

menetelmä sekä erikoissairaanhoidossa että avoterveydenhuollossa. Se tulee suorittaa asiaan perehtyneen lääkärin valvonnassa.

Tässä Suomen Kardiologisen Seuran laati- massa suosituksessa käsitellään ns. perinteistä rasituskoea, johon ei liity samanaikaista sydä- men kaiku- tai isotooppitutkimusta.

## Rasituskokeen kuormitusmallit

Suomessa rasituskoe tehdään yleensä polku- pyöräergometrilla. Käytössä on erilaisia kuor-

## KIRJALLISUUTTA

- 1 Arstila M, Kallio V, Seppänen A, toim. Suositus kliinisen rasisuskokeen suorittamisesta ja tulkinasta. Turku: KELA 1984.
- 2 Uusitalo A. Fyysinen rasisuskoe diagnostisena tutkimuksena. Duodecim 1972;88:443–50.
- 3 Froelicher VF, Myers J. Exercise and the heart, 5. painos. Philadelphia, PA: Elsevier 2006:20–4,36,143–8.
- 4 Siltanen P, toim. Kliininen rasisuskoe. Suomen Kardiologisen Seuran ja Suomen Kliinisen Fysiologian Yhdistyksen työryhmän suositus. Suom Lääkäril 1994;49:151–93.
- 5 Wasserman K, Hansen JE, Sue DY ym. Principles of exercise testing and interpretation, 3. painos. Baltimore, MD: Lippincott, Williams & Wilkins 1999:130,148–50.
- 6 Sovijärvi A. Kliininen rasisuskoe. Kirjassa: Heikkilä J, Huikuri H, Luomanmäki K ym, toim. Kardiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2000:176–202.
- 7 Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P ym. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation 2013;128:873–934.
- 8 Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. J Am Coll Cardiol 2001;37:153–6.
- 9 Gellish RL, Goslin BR, Olson RE ym. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. Med Sci Sports Exerc 2007;39:822–9.
- 10 Gulati M, Shaw LJ, Thisted RA ym. Heart rate response to exercise stress testing in asymptomatic women: The St. James Women Take Heart Project. Circulation 2010;122:130–7.
- 11 Vanninen E. Kliininen kuormitus-koe. Kirjassa: Penttilä I, toim. Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY 2004:59–62.
- 12 Vuori I, Tikkanen H. Kliininen rasisuskoe. Kirjassa: Vuori I, Taimela S, Kujala U, toim. Liikuntalääketiede, 3. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2005:120–31.
- 13 Pakarinen S. Johtumishäiriöt ja sinussolmukkeen toiminta rasisuskokeissa. Kirjassa: Heikkilä J, Mäkitjärvi M, toim. EKG. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2003:66–111.
- 14 Lauer MS, Francis GS, Okin PM ym. Impaired chronotropic response to exercise stress testing as a predictor of mortality. JAMA 1999;281:524–9.
- 15 Khan MN, Pothier CE, Lauer MS. Chronotropic incompetence as a predictor of death among patients with normal electrograms taking beta blockers (metoprolol or atenolol). Am J Cardiol 2005;96:1328–33.

## TAULUKKO 1.

### Rasisuskokeen yleiset käyttöaiheet.

#### Oireiden syiden selvittäminen

- rintakipu, hengenahdistus, rytmihäiriöt

#### Ennusteen ja sydänsairauden vaikeusasteen arviointi

#### Hoidon tehon seuranta

- sepelvaltimotoimenpiteen tai akuutin sydäntapahtuman jälkeen (revaskularisaatio epätäydellinen tai uusiutuneet oireet)

#### Työkyvyn arviointi

#### Leikkauksien arviointi

#### Kuntoutuksen vaikutusten arviointi

#### Vakuutus- ja eläkepäätökset

#### Läppävikojen vaikeusasteen määrittelyn lisäkeino

- oireeton tai vähäoireinen aortta- tai hiippaläppävikä

herkemmin esille sydänlihasiskemia ja rytmihäiriöt verrattuna aktiiviseen jäähdyttelyyn (6,7).

Rasisuskokeen vasta-aiheet ja keskeyttämisen syyt on esitetty taulukossa 2.

### Sykkeen rekisteröinti

Syke rekisteröidään ennen verryttelyvaihetta pyörän päällä istuessa ja sen jälkeen jatkuvasti koko kuormitus- ja palautumisvaiheen ajan. Dynaamisessa lihastyössä syke tihenee normaalisti noin 10 lyöntiä/min jokaista lepoaineen-vaihdunnan kerrannaista (MET) kohden (7). Maksimisyykkeen laskukaavoista mikään ei ole osoittautunut selvästi toisia luotettavammaksi (8,9,10). Siksi yleisesti käytössä olevaa määritelmää 85 % iän perusteella lasketusta maksimisyykkeestä ( $220 - \text{ikä}$  tai  $205 - 0,5 \times \text{ikä}$ ) ei pidä käyttää yksinomaan kokeen maksimaalisuuden eikä varsinkaan kokeen keskeyttämisen perusteena (11).

Rasitusastoon nähden kohtuuton sykkeen tiheytyminen merkitsee yleensä heikkoon kardiorespiratoriseen kuntoon liittyvää pientä sydämen iskutilavuutta. Sykkeen kohtuuton tiheytyminen saattaa kuitenkin olla myös sydämen vajaatoiminnan, eteisvärinän tai ylipainon aiheuttama poikkeava löydös (12). Synnä voi olla myös anemia, piilevä infektio tai kilpirauhasen liikatoiminta (3,4). Nämä taustatekijät eivät kuitenkaan vaikuta potilaan maksimisyykkeeseen. Tiheä syke ennen kuormituksen alkua liittyy usein tutkimustilanteen aiheuttamaan jännitty-

## TAULUKKO 2.

### Rasisuskokeen vasta-aiheet ja keskeyttämisen syyt.

#### EHDOTTOMAT VASTA-AIHEET

- Epästabiili angina pectoris
- Akuutti sydäninfarkti tai sen epäily
- Eteis- tai kammiotakykardia
- III asteen eteis-kammiokatkos (lepo-EKG)
- Akuutti endo-, myo- tai perikardiitti
- Vaikea aorttastenoosi
- Dekompensoitu sydämen vajaatoiminta
- Akuutti keuhkoembolia tai -infarkti
- Akuutti infektiosairaus tai epäselvä kuumeilu
- Vaikea hypertrofinen obstruktiivinen kardiomyopatia
- Aineenvaihduntasairaus tasapainottomassa vaiheessa
- Vaikea ventilaatiohäiriö
- Pyörällä polkemisen estävä liikuntarajoite

#### SUhteelliset VASTA-AIHEET

- Korkea verenpaine levossa
- Keskivaikea anemia
- II asteen eteis-kammiokatkos (lepo-EKG)
- Nopea eteisvärinä tai -lepatus
- Vaikea-asteinen munuaisten vajaatoiminta

#### KESKEYTTÄMISEN AIHEET

- ST-nousu tai -lasku on kohtuuton (yli 4 mm)
- Systolinen verenpaine laskee 20 mmHg tai enemmän toistetuissa mittauksissa
- Tyypillinen, voimakas rintakipuaste (aste yli 5/10)
- Voimakas hengenahdistus
- Keskushermosto-oireita (sekavuus, ataksia, huimaus, pahoinvointi, lähes pyörtyminen)
- Syanoosi tai ihon muuttuminen harmahtavaksi
- Toistuva ja pitkittyvä kammiotakykardia
- Pitkittyvä (yli 10 s) oireinen supraventrikulaarinen takykardia, eteisvärinä tai -lepatus
- III asteen eteis-kammiokatkoksen tai muun oireisen hidaslyöntisyyden ilmaantuminen
- Tekniset ongelmat
- Testattava haluaa lopettaa

#### KESKEYTTÄMISTÄ HARKITTAVA

- ST-taso laskee 2 mm tai enemmän (kun tarvittava tieto on saavutettu muut löydökset huomioiden)
- Voimakas väsyminen
- Klaudikaatiokipua
- Jalkakrampeja
- Verenpaine nousee yli 280/130 mmHg:iin
- II asteen eteis-kammiokatkoksen ilmaantuminen

neisyyteen (4) tai beetasalpauksen tauotukseen (ns. rebound-ilmiö).

Sykkeen vähäinen tiheneminen rasisuksessa on usein seurausta sykettä hidastavasta lääkityksestä (1). Toisaalta se voi olla merkki sydänsairaudesta tai sinussolmukkeen toimintahäi-

## Suorituskyky on tärkein rasituskokeesta saatava riskimittari.

- 16 Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ ym. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med* 1999;341:1351–7.
- 17 Shetler K, Marcus R, Froelicher VF ym. Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:1980–7.
- 18 Lauer MS, Froelicher V. Abnormal heart-rate recovery after exercise. *Lancet* 2002;360:1176–7.
- 19 Cheng YJ, Lauer MS, Earnest CP ym. Heart rate recovery following maximal exercise testing as a predictor of cardiovascular disease and all-cause mortality in men with diabetes. *Diabetes Care* 2003;26:2052–7.
- 20 Lipinski MJ, Vetrovec GW, Froelicher VF. Importance of the first two minutes of heart rate recovery after exercise treadmill testing in predicting mortality and the presence of coronary artery disease in men. *Am J Cardiol* 2004;93:445–9.
- 21 Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ ym. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. *N Engl J Med* 2005;352:1951–8.
- 22 Lauer M, Froelicher ES, Williams M ym. Exercise testing in asymptomatic adults: A statement for professionals from the American Heart Association Council on clinical cardiology, subcommittee on exercise, cardiac rehabilitation, and prevention. *Circulation* 2005;112:771–6.
- 23 Daida H, Allison TG, Squires RW ym. Peak exercise blood pressure stratified by age and gender in apparently healthy subjects. *Mayo Clin Proc* 1996;71:445–52.
- 24 Balady GJ, Arena R, Sietsema K ym. Clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2010;122:191–225.
- 25 Le VV, Mitiku T, Sungar G ym. The blood pressure response to dynamic exercise testing: a systematic review. *Prog Cardiovasc Dis* 2008;51:135–60.
- 26 Ha JW, Juracan EM, Mahoney DW ym. Hypertensive response to exercise: a potential cause for new wall motion abnormality in the absence of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:323–7.
- 27 Laukkanen JA, Willeit P, Kurl S ym. Elevated systolic blood pressure during recovery from exercise and the risk of sudden cardiac death. *J Hypertens* 2014;32:656–66.

riöstä (13). Selvästi vaimentunut sykevaste maksimaalisessa kuormituksessa (kronotrooppinen inkompetenssi) ennustaa suurentunutta sydäntapahtumien ja kuoleman vaaraa (12). Paras tapa arvioida kronotrooppista vastetta on verrata maksimaalisessa kuormituksessa saavutettua sykettä laskennalliseen sykereserviin (iän perusteella arvioitu maksimisyke – leposyke) (3). Kronotrooppisessa inkompetenssissa sykkeen nousu jää alle 80 %:iin ennustetusta sykereservistä (14) ja beetasalpaajaa käyttävillä potilailla alle 62 %:iin (15).

Rasituksen jälkeen syke hidastuu yleensä nopeasti ensimmäisten 30 sekunnin aikana ja palautuu sen jälkeen hitaammin saavuttaen kuormitusta edeltävän tason noin viidessä minuutissa (6). Sykkeen palautuminen on poikkeavaa, jos syke hidastuu alle 18 lyöntiä/min ensimmäisen kuormituksen jälkeisen minuutin aikana (16,17). Sykkeen hidas palautuminen voi johtua heikentyneestä kardiorespiratorisesta suorituskyvystä, mutta myös parasympaattisen hermoston puutteellisesta uudelleenaktivoitumisesta (12). Hidastunut sykkeen palautuminen voi liittyä huonoon ennusteeseen sykkeeseen vaikuttavasta lääkityksestä tai kardiorespiratorisesta kunnosta riippumatta (18–22).

### Verenpaineen rekisteröinti

Verenpaine mitataan ennen verryttelyvaihetta ja verryttelyvaiheen lopussa pyörän päällä istuessa. Kuormituksen aikana verenpaine mitataan joka toisen minuutin lopussa, poikkeavien oireiden tai löydösten ilmaantuessa ja välittömästi kuormituksen loputtua. Palautumisvaiheen aikana verenpaine mitataan ainakin yhden ja kolmen minuutin jälkeen. Mittaus tulisi suorittaa oikeasta kädestä sopivan kokoista mansettia käyttäen ja mansetin painetta nopeasti nostaen (1,7).

Maksimaalisessa rasituksessa systolinen verenpaine nousee sydämen minuuttitilavuuden kasvaessa normaalisti tasolle 160–220 mmHg, mutta diastolinen verenpaine ei juuri muutu, koska ääreisvastus pienenee (4). Maksimaalinen systolinen verenpaine on vanhuksilla yleensä korkeampi (23).

Systolisen verenpaineen normaalia vaimeampi nousu kuormituksessa voi johtua hypovolemiaasta tai verenpainetta laskevasta lääkityksestä (24). Toisaalta verenpaineen vaimentuneen nousun taustalla voi olla kliinisesti merkittävä vasemman kammion ulosvirtauskanavan stabiili tai dynaaminen ahtauma, synnynnäinen sydänvika, aorttastenoosi, vasemman kammion pumppaushäiriö tai vaikea sydänlihasiskemia (3). Systolisen verenpaineen yli 10 mmHg:n lasku tai putoaminen alle ennen koetta mitatun arvon kuormituksen aikana viittaa vakavaan sydänsairauteen (25) ja koe on tällöin keskeytettävä (3). Aorttaläpän ahtaumassa rasituskokeen tulos antaa täydentävää lisätietoa, jos leikkausperuste ei ole oireiden tai muiden tutkimusten pohjalta ilmeinen. Heikentyneen suorituskyvyn ohella aorttaläpän merkittävään ahtaumaan voi liittyä myös tavallista vaimeampi verenpaineen nousu, ST-välin laskua ja rytmihäiriöitä rasituksen aikana.

Systolisen verenpaineen nousu rasituksessa yli 240 mmHg:n viittaa piilevään tai puutteellisesti hoidettuun verenpainetautiin tai se voi liittyä aortan koarktaatioon (4). Se voi myös ennustaa vasemman kammion hypertrofian kehittymistä ja sydän- ja verisuonitapahtumia (25). Diastolisen verenpaineen nousu yli 10 mmHg lähtötasosta tai yli 90–100 mmHg rasituksessa ennakoivat verenpaine- ja sepelvaltimotautia (26).

Kuormituksen päätyttyä systolinen verenpaine palautuu ennalleen sydämen minuuttitilavuuden vähenemisen seurauksena (3). Mikäli kuormitus loppuu äkillisesti, verenpaine saattaa laskea hyvinkin nopeasti verivolyymin kerääntyessä alaraajalaskimoihin (3). Tämä fysiologinen löydös tulee esiin erityisesti pystyasennossa, ja siksi potilas saa siirtyä makuulle vasta verenpaineen mittauksen jälkeen (7,11). Korkea systolinen verenpaine palautumisvaiheessa voi ennakoita sydänsairauksia, mutta lepo- ja maksimi-verenpaineella on vaikutusta myös palautumisvaiheen verenpaineen ennustearvoon (27).

### Syke-painetulo rasituksessa

Syke-painetulo (systolinen paine  $\times$  syke  $\times 10^{-2}$ ) on lineaarisessa yhteydessä sydänlihaksen hapenkulutukseen ja sepelvaltimovirtauksen tarpeeseen. Jos sepelvaltimovirtaus ei lisäännä ahtauman vuoksi sydänlihaksen hapenkulutuksen edellyttämälle tasolle, kehittyvät sydänlihasiske-

- 28 Hakola L, Komulainen P, Hassinen M ym. Cardiorespiratory fitness in aging men and women: the DR's EXTRA study. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21:679–87.
- 29 Kodama S, Saito K, Tanaka S ym. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA* 2009;301:2024–35.
- 30 Laukkanen J, Kettunen R. Fyysinen kunto ja sepelvaltimotauti. *Suom Lääkäril* 2003;58:4585–90.
- 31 Kokkinos PF, Faselis C, Myers J ym. Interactive effects of fitness and statin treatment on mortality risk in veterans with dyslipidaemia: a cohort study. *Lancet* 2013;381:394–9.
- 32 Kaminsky LA, Arena R, Beckie TM ym. American Heart Association Advocacy Coordinating Committee, Council on Clinical Cardiology, and Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. The importance of cardiorespiratory fitness in the United States: the need for a national registry: a policy statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013;127:652–62.
- 33 Myers J, McAuley P, Lavie CJ, Despres JP, Arena R, Kokkinos P. Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status. *Prog Cardiovasc Dis* 2015;57:306–14.
- 34 Savonen K, Laukkanen J, Peltonen J. Suorituskyky ja kardiorespiratorinen kunto – kuormitusfysiologiasta kliiniseen päätöksentekoon. *Duodecim* 2015;131:1693–9.
- 35 Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S ym. ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. *Eur Heart J* 2013;34:2949–3003.
- 36 Kettunen R, Laukkanen J. Rasituskoet sepelvaltimotaudin diagnostiikassa ja ennusteen arvioissa. *Suom Lääkäril* 2011;66:627–33.
- 37 Laukkanen JA, Kurl S, Lakka TA ym. Exercise-induced silent myocardial ischemia and coronary morbidity and mortality in middle-aged men. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:72–9.
- 38 Laukkanen JA, Mäkilä TH, Rauramaa R, Kurl S. Asymptomatic ST-segment depression during exercise testing and the risk of sudden cardiac death in middle-aged men. A population-based follow-up study. *Eur Heart Journal* 2009;30:558–65.
- 39 Svart K, Lehtinen R, Nieminen T ym. Exercise electrocardiography detection of coronary artery disease by ST-segment depression/heart rate hysteresis in women: the Finnish Cardiovascular Study. *Int J Cardiol* 2010;140:182–8.

mia (7,24). Mikäli syke-painetulo on alle 150 iskeemisten EKG-muutosten ilmaantuessa, kyseessä on yleensä merkittävä sepelvaltimotauti (7). Toisaalta iskeemisten muutosten ilmaantuminen syke-painetulon ollessa yli 300 viittaa lievään sepelvaltimotautiin (4).

### Suorituskyky

Suorituskyky on yksi tärkeimmistä mitattavista parametreista arvioitaessa potilaan työkykyä tai leikkaukseen liittyviä riskejä. Rasituskokeessa mitattua suorituskykyä heikentävät ikä, vasemman kammion vajaatoiminta, muut sairaudet, kuten tuki- ja liikuntaelinsairaudet, sekä puutteellinen yhteistyökyky.

Suorituskyvyn mittarina käytetään saavutettua lepoaineenvaihdunnan kerrannaista (MET) eli potilaan kykyä moninkertaistaa aineenvaihdunta rasituksessa (Liitetaulukko 1 artikkelin sähköisessä versiossa, [www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi) > Sisällysluettelot > 9/2016) (28). Lisäksi suorituskykyä on kuvattu saavutetulla maksimikuormala. Kuormitusmallista riippumaton maksimikuorma saadaan laskemalla neljän viimeisen minuutin keskimääräinen kuorma (1).

Suorituskyky on rekisteröitävä huolellisesti. Käytännössä suorituskyky voidaan mitata ilman hengityskaasujen analysointia, kun otetaan huomioon potilaan ikä, liikuntatottumukset sekä tuki- ja liikuntaelinsairauksien aiheuttamat rajoitteet.

Tutkimuksissa suorituskyky on liittynyt yhdenmukaisesti sydän- ja verisuonisairauksien vaaraan, ja se voi olla jopa vahvempi riskin osoitin kuin perinteiset valtimotaudin riskitekijät (29). Huono kardiorespiratorinen kunto altistaa sydänperäisille kuolemille (30,31). Yhden MET-yksikön verran parempaan suorituskykyyn liittyy 10–25 % parempi ennuste (32). Sydän- ja verenkiertoelinten sairauksien hoitoon käytetty lääkitys ei vaikuta oleellisesti kardiorespiratorisen kunnon mittaukseen ja sen ennustearvoon (33,34). Polkupyöräergometrillä saavutettava maksimaalinen kardiorespiratorinen suorituskyky voi jäädä vähän pienemmäksi kuin kävelyjuoksuergometriassa, jossa aktivoituu useampia lihasryhmiä.

### Rasituskoet sepelvaltimotaudin diagnostiikassa

Kun potilaalla epäillään sepelvaltimotautia, ensimmäiseksi on arvioitava rintakivun luonne:

1) Onko kipu rintalastan takaista, kestoaltaan ja luonteeltaan sepelvaltimotautiin sopivaa?

2) Ilmaantuuko oire fyysisessä tai psyykkisessä rasituksessa?

3) Helpottuuko oire levossa tai minuuttien kuluessa nitron ottamisesta?

Näiden perusteella rintakivut jaotellaan tyyppilliseen (kaikki kolme kriteeriä täyttyvät), epätyypilliseen (kaksi kriteeriä täyttyy) ja muuhun rintakipuun (enintään yksi kriteeri täyttyy). Rintakivun luokittelun, potilaan iän ja sukupuolen perusteella voidaan määrittellä sepelvaltimotaudin ennakkotodennäköisyys (taulukko 3) ja valita sopivin diagnostinen tutkimus (35,36). Ennakkotodennäköisyyksien arviointiin vaikuttavat oleellisesti riskitekijät, kuten on kuvattu tässä lehdessä aiemmin julkaistussa katsauksessa (36).

Rasituskoet sopii useimmille rintakipupotilaille. Sitä ei kuitenkaan pidä tehdä, jos sepelvaltimotaudin todennäköisyys on pieni (alle 15 %), sillä tällöin positiivinen löydöskään ei Bayesin teoreeman perusteella varmista diagnoosia. Toisaalta väärä positiivinen tutkimustulos johtaa usein turhiin jatkotutkimuksiin. Esimerkiksi jos 45-vuotiaalla epätyypillistä rintakipua potevalla naisella ei ole riskitekijöitä, on sepelvaltimotaudin todennäköisyys niin pieni, että on pohdittava muita syitä oireisiin. Jos hänellä kuitenkin on riskitekijöinä esimerkiksi tupakointi, diabetes tai rasva-aineenvaihdunnan häiriö, sepelvaltimotaudin todennäköisyys suurenee ja rasituskoet voi olla aiheellinen (36). Toisaalta mikäli ennakkotodennäköisyys on suuri (yli 85 %), diagnoosi on riittävän varma ilman rasituskoetta. Tällöin aloitetaan sepelvaltimotaudin lääkehoito ja edetään tarvittaessa suoraan kajoaviin tutkimuksiin. Ongelmallisissa tapauksissa rasituskoetta voidaan käyttää tässä ryhmässä riskin arviointiin ja hoitolinjojen suunnitteluun.

Keskisuuren ennakkotodennäköisyyden potilaille (15–85 %) rasituskoet on hyödyllinen tutkimus, koska positiivinen tulos nostaa sairauden todennäköisyyden niin suureksi, että diagnoosi voidaan asettaa (35). Jos ennakkotodennäköisyys on pieni (15–50 %), on väärän positiivisen tuloksen ja väärän diagnoosin mahdollisuus kuitenkin olemassa. Epäiltäessä väärää positiivista rasituskoelöydystä voidaan harkita sepelvaltimoiden tietokonetomografiaa (TT) tai isotooppitutkimusta. Negatiivinen TT sulkee pois

40Minkkinen M, Nieminen T, Verrier RL ym. Prognostic capacity of a clinically indicated exercise test for cardiovascular mortality is enhanced by combined analysis of exercise capacity, heart rate recovery and T-wave alternans. Eur J Prev Cardiol 2015;22:1162–70.

41 Laukkanen JA, Mäkilä TH, Rauramaa R ym. Cardiorespiratory fitness is related to the risk of sudden cardiac death. A Population-based follow-up study. J Am Coll Cardiol 2010;56:1476–83.

42 Moya A, Sutton R, Ammiraty F ym. Guidelines for the diagnosis and management of syncope. Eur Heart J 2009;30:2631–71.

43 Raviele A, Giada F, Bergfeld L ym. Management of patients with palpitations: a position paper from the European Heart Rhythm Association. Europace 2011;13:920–34.

44 Hekkälä AM, Viitasalo M, Väänänen H ym. Abnormal repolarization dynamics revealed in exercise test in long QT syndrome mutation carriers. Europace 2010;12:1296–301.

45 Brubaker PH, Kitzman DW. Chronotropic incompetence. Causes, consequences and management. Circulation 2011;123:1010–20.

46 Camm J, Fei L. Chronotropic incompetence – Part II: Clinical implications. Clin Cardiol 1996;19:503–8.

47 Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquinas G ym. 2013 ESC guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. Eur Heart J 2013;34:2281–329.

48 Paridon SM, Alpert RS, Boas ME ym. American Heart Association Council on Cardiovascular Disease in the Young. Clinical stress testing in the pediatric age group: a statement from the American Heart Association Council on Cardiovascular Disease in the Young. Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth. Circulation 2006;113:1905–20.

49 Ten Harkel A, Takken T. Normal values for cardiopulmonary exercise testing in children. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 2011;18:676–7.

50 Lintu N, Viitasalo A, Tompuri T ym. Cardiorespiratory fitness, respiratory function and hemodynamic responses to maximal cycle ergometer exercise test in girls and boys aged 9–11 years: the PANIC Study. Eur J Appl Physiol 2015;115:235–43.

51 Lintu N, Tompuri T, Viitasalo A ym. Cardiovascular fitness and haemodynamic responses to maximal cycle ergometer exercise test in children 6–8 years of age. J Sports Sci 2014;32:652–9.

TAULUKKO 3.

**Sepelvaltimotaudin ennakkotodennäköisyyden arviointi sukupuolen, iän ja rintakivun luonteen mukaan.**

Pienen eli alle 15 %:n (vihreä) ja suuren eli yli 85 %:n (punainen) todennäköisyyden potilaalle raskituskoe ei ole diagnostisesti sopivin testi. Suurimmalla osalla potilaista riski on keskisuuri (keltainen ja oranssi). Keskisuuren ennakkotodennäköisyyden yläosien potilailla (oranssi, 66–85 %) perfuusiokuvaus voi tuoda diagnostista lisätietoa (35). Riskitekijöillä on vaikutusta ennakkotodennäköisyyksien arviointiin (36).

Ikä, v	Tyypillinen rintakipu		Epätyypillinen rintakipu		Muu rintakipu	
	mies	nainen	mies	nainen	mies	nainen
30–39	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	pieni	keskisuuri	pieni
40–49	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	pieni	keskisuuri	pieni
50–59	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	pieni
60–69	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri
70–79	suuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri
80–	suuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri	keskisuuri

sepelvaltimotaudin mahdollisuuden varsin luotettavasti.

Jos ennakkotodennäköisyys on kohtalainen tai suurehko (66–85 %), raskituskokeessa todetut iskeemiset ST-muutokset nostavat sepelvaltimotaudin todennäköisyyden yli 85 %:iin ja diagnoosia voidaan pitää riittävän varmana. Tässä ryhmässä taas ST-välin muutosten puuttuminen ei sulje täysin pois sepelvaltimotaudin mahdollisuutta, mikä rajoittaa negatiivisen löydöksen luotettavuutta. Vaihtoehtoisena tutkimuksena voidaan käyttää raskituskaikutkimusta tai isotooppitutkimuksia, joskin niiden saatavuus ja käyttö Suomessa vaihtelee.

**Raskitus-EKG:n diagnostinen tulkinta**

EKG:n ST-välin vajoama on sydänlihaskemian tärkein osoitin raskituskokeessa. Sen tulkintaan käytetään kaikkia EKG-kytkentöjä, vaikka iskeemistä aluetta ei voida paikantaa raskitus-EKG:sta luotettavasti.

ST-välin muuttumista arvioidaan J-pisteen kohdalta ja 0,06 s (sykkeen ollessa alle 130/min 0,08 s) J-pisteen jälkeen (36). Viitetasona pidetään PQ-välin loppukohtaa. Tyypillinen iskemialöydös on vaakasuora tai alaspäin viettävä vähintään 1 mm (0,1 mV) ST-lasku mitattuna 0,06–0,08 s J-pisteen jälkeen. Jos ST-segmentti viettää ylöspäin, ST-lasku ei osoita iskemiaa samalla varmuudella. Jos tutkittavalla on lievä ST-laskua jo ennen raskitusta, ST-muutos määri-

tellään lähtötasoon nähden. Jos J-piste on varhaisen repolarisaation takia koholla lähtötilanteessa, ST-lasku arvioidaan suhteessa PQ-välin loppukohtaan. Vasen haarakatkos estää ST-välin arvioimisen kokonaan, ja oikea haarakatkos estää ST-välin luotettavan arvioimisen kytkennöissä  $V_1$ – $V_3$ .

Raskituskokeen aikana ST-välin tulkinnassa otetaan huomioon keskeiset EKG-muutokset (kuva 1). Mitä suurempi ST-vajoama on, sitä todennäköisemmin muutos aiheutuu sydänlihaksen iskemiasta. Mitä useammassa kytkennässä ST-vajoamaa esiintyy, sitä laaja-alaisempi on sydänlihaksen iskemia. Toisaalta laaja-alaisessa sepelvaltimotaudissa alueelliset ST-muutokset saattavat kumota toisensa. Tällöin löydöksinä voivat olla pienessä raskituksessa ilmaantuva rintakipu, vaikea verenpaineen nousu tai verenpaineen lasku.

Kevyessä kuormituksessa ilmenevä ST-vajoama viittaa huonoon ennusteeseen. Tyypillisesti iskeemiseen ST-vajoamaan liittyy rintakipu. Oireeton raskituksen aikana ilmenevä selkeä ST-vajoama on merkittävä löydös, kun potilaalla on perinteisiä sepelvaltimotaudin riskitekijöitä (37,38). Iskeeminen ST-vajoama on yleensä selvimmän havaittavissa maksimaalisen kuormituksen aikana, mutta se voi ilmentyä myös raskituksen jälkeen. Palautumisvaiheessa hitaasti normalisoitua ST-vajoama viittaa vaikeaan sepelvaltimotautiin (37,39).

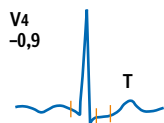


KUVA 1.

Rasitus-EKG:n ST-välin tulkinta (36). Tärkeimmät ST-välin muutostyypit ja esimerkki lievästä ST-välin muutoksista (alle 1 mm), jotka eivät liity sepelvaltimotautiin.

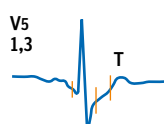
**Normaali ST-väli**

60 ms:n pisteen vajoama < 1,0 mm



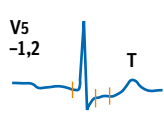
**Nopeasti ylös viettävä ST-väli (normaali)**

J-pisteen vajoama < 1,5 mm  
60 ms:n pisteen vajoama < 1,0 mm



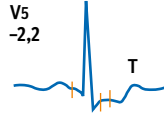
**Hitaasti ylös viettävä ST-väli (todennäköisesti patologinen)**

60 ms:n pisteen vajoama > 1,0 mm



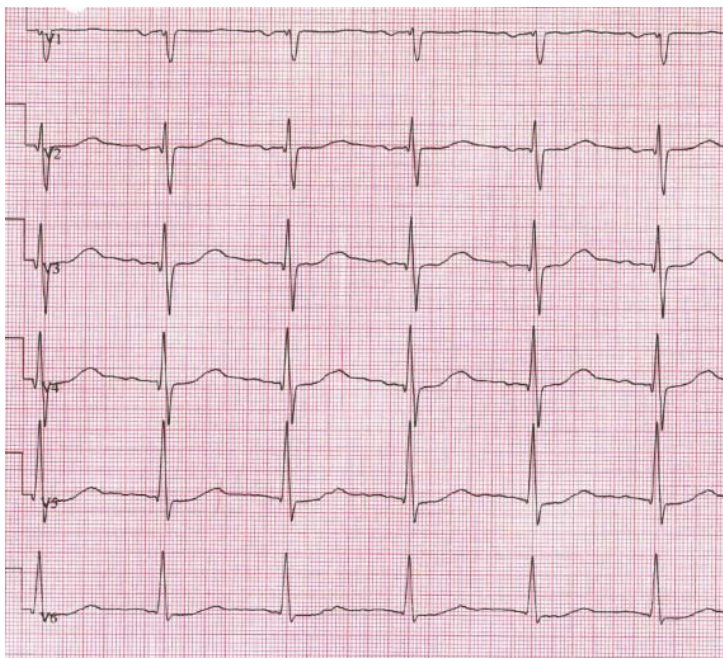
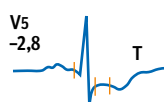
**Vaakasuora ST-väli (patologinen)**

J-pisteen ja 60 ms:n pisteen vajoamat molemmat > 1,0 mm



**Alas viettävä ST-väli (voimakkaasti patologinen)**

J-pisteen vajoama > 1,0 mm  
ja 60 ms:n vajoama > 1,5 mm



### Rasituskoe sepelvaltimotaudin riskin arvioinnissa

Rasituskokeella voidaan arvioida, kuinka suuri vakavan sydäntapahtuman riski potilaalla on. Riskin arviota tarvitaan erityisesti kajoavien tutkimusten ja revaskularisaation tarpeen arvioimiseksi. Tieto suurentuneesta riskistä voi myös motivoida potilasta sitoutumaan elämäntapa- ja lääkitysohjeisiin.

Riskin arvioinnissa keskeisimmät tekijät ovat rasituskokeessa todettavat suorituskyky, iskemian ilmentymät (oireet ja EKG-muutokset), sykkeen palautuminen rasituksen jälkeen ja verenpainevaste (27,38,40,41). Yksittäisten muutettujen katkaisukohdat ovat sikäli keinotekoisia, että todellisuudessa riski on sitä suurempi, mitä enemmän kukin parametri poikkeaa normaalista.

Suorituskyky on tärkein rasituskokeesta saatava riskimittari (taulukko 4). Koska riskimittareita on useita, on luontevaa yhdistää ne kokonais-

arvioksi. Jos potilaan kokonaisriski arvioidaan pieneksi huolimatta rasituskokeesta näkyvästä ST-laskusta, voidaan joissain tapauksissa jatkaa lääkehoitoa ilman kajoavia tutkimuksia. Tämä käytäntö on suositeltava varsinkin iäkkäiden vakaata sepelvaltimotautia sairastavien potilaiden hoidossa. Näissä tapauksissa oireiden hoito on keskeisintä, sillä kajoavat toimenpiteet parantavat vain harvoin ennustetta ja hyödyt jäävät muutenkin vähäisiksi. Mikäli potilaan sepelvaltimotauti on jo ennestään tiedossa, rasituskoetta käytetään vain valikoidusti riskin ja jatkohoidon tarpeen arvioinnissa. Usean muuttujan poikkeavuus kuvastaa luonnollisesti huonompaa ennustetta kuin yksittäinen poikkeavuus.

### Rasituskoe rytmihäiriöiden diagnostiikassa

Kliininen rasituskoe on oleellinen osa rasituksen aikana ilmenneen rytmihäiriötuntemuksen tai tajunnanmenetyksen diagnostiikkaa (taulukko 5) (42,43). Rasituskokeessa sympaattinen to-

#### TAULUKKO 4.

##### Suurentunutta sydänperäisen kuoleman riskiä kuvaavia löydöksiä rasisutuskokeessa.

###### SUORITUSKYKY<sup>1</sup>

Lepoaineenvaihdunnan kerrannainen (MET) pieni < 5-6

###### SYKE

Kronotrooppinen indeksi

< 80 %, jos ei beetasalpaajaa

< 62 %, jos beetasalpaaja käytössä

Sykkeen hidas palautuminen rasisituksen jälkeen: muutos ensimmäisen minuutin aikana < 18/min

###### POIKKEAVA VERENPAINEVASTE

###### SUURI ST-VÄLIN LASKU

<sup>1</sup> Potilaan ennusteen arvioinnissa voidaan tehdä myös ilman testiä edeltävää lääkitystaukoa.

nus nousee ja katekoliamiinien erityis lisäänty, ja tämä voi laukaista supraventrikulaarisen takykardian (SVT). Muita rasisituksen aikana ilmeneviä rytmihäiriöille altistavia tekijöitä ovat iskemiat ja hetkelliset elektrolyyttitasapainon häiriöt. Sydänsairauksissa nämä voivat aiheuttaa hengenvaarallisia kammioperäisiä rytmihäiriöitä tai aiheuttaa niitä ennakoivia muutoksia. Merkittäviä löydöksiä (taulukko 6) ovat rasisituksen myötä lisääntyvät ja palautumisvaiheessa todettavat kammiolisälyönnit etenkin, jos ne ovat monimuotoisia ja niihin liittyy iskeemisiä ST-T-muutoksia. Iskemia voi laukaista myös eteisvärinän.

Perinnöllisessä pitkä QT -oireyhtymässä (LQTS) QT-aika käyttäytyy rasisituksen aikana poikkeavasti (44). LQTS1:ssä QT-aika lyhenee tavanomaista vähemmän sykkeen nopeutuessa. LQTS2:ssä QT-aika lyhenee hyvin sykkeen nopeutuessa, mutta voi olla pidentynyt palautumisvaiheessa. LQTS3:ssä QT-aika lyhenee huomattavan nopeasti syketaajuuden kasvaessa. Lääkkeen tai elektrolyyttihäiriön aiheuttaman QT-ajan pitenemisen selvittelyssä rasisituskokeesta ei ole hyötyä. Perinnöllistä katekoliamiinille herkkää monimuotoista kammiotakykardiaa (CPVT) epäiltäessä kliininen rasisituskoe on ensiarvoinen tutkimus, koska rasisitus provosoi kammiolisälyöntejä ja voi aiheuttaa monimuotoisen kammiotakykardian.

Sinussolmukkeen sairauteen liittyvä kronotrooppinen inkompetenssi voidaan todeta rasisituskokeessa (45). Jos syke ei tihene yli tason 100/min maksimaalisessa rasisituksessa, kyseessä

#### TAULUKKO 5.

##### Kliinisen rasisituskokeen käyttöaiheita rytmihäiriöissä.

###### RYTMIHÄIRIÖIDEN DIAGNOSTIIKKA

Rasisituksessa ilmenevien rytmihäiriöiden provosointi

Pitkä QT-oireyhtymä (LQTS)

Katekoliamiinille herkkä monimuotoinen kammiotakykardia (CPVT)

Sinus- ja eteis-kammiosolmukkeen toimintahäiriöt

Tahdistinpotilaan oireiden selvittely

###### RYTMIHÄIRIÖN HOIDON TEHON JA TURVALLISUUDEN

###### ARVIOINTI

Kammiolisälyönnit

Eteisvärinän sykkeenhallinta

Ryhmän IC rytmihäiriölääkkeiden turvallisuus

Tahdistimen ja rytmihäiriötahdistimen ohjelmoinnin sopivuus

###### RISKIN ARVIOINTI

Sepelvaltimotaudin diagnostiikka rytmihäiriöiden yhteydessä

Suorituskyky ja rytmihäiriöherkkyys sydänsairauksissa

Kammiolisälyöntien kliinisen merkityksen arviointi

Oikoradan omaisuuksien selvittäminen WPW-oireyhtymässä

T-aallon vuorottelu ja muut äkkikuoleman ennustamisessa käytettävät erikoismenetelmät

on vaikea sinussolmukkeen toimintahäiriö (46). Harvinainen heti rasisituksen jälkeen ilmaantuva sinussolmukkeen toiminnan salpautuminen voi liittyä vaikeaan sepelvaltimotautiin (13). Johtoratajärjestelmän distaalissa viassa rasisituskoe voi tuoda esille eteis-kammiotakoksen. Toisaalta rasisituskokeella voidaan osoittaa, että hitaasta leposykkeestä ja levon aikaisista tauoista huolimatta tahdistinhoito ei ole tarpeen. Tahdistinpotilailla rasisituskokeessa todetaan yhtäkkinen sykkeen hidastuminen, jos tahdistuksen ylätaajuus on ohjelmoitu liian matalaksi tai eteis-kammioväli on säädetty liian pitkäksi. Tietoa rasisituksen aikaisesta maksimisykkeestä voidaan hyödyntää rytmihäiriötahdistimen epätarkoituksenmukaisen iskujen estämisessä etenkin käytettäessä subkutaanista laitetta (47).

##### Rytmihäiriön hoidon tehon ja turvallisuuden arviointi

Kliinistä rasisituskoea käytetään myös rytmihäiriöiden hoidon arvioinnissa. Erityisen hyvin rasisituskoe sopii eteisvärinän sykkeenhallinnan arviointiin. Jos syke on kevyessä rasisituksessa yli

#### SIDONNAISUUDET

Jari Laukkanen, Tuija Poutanen:

Ei sidonnaisuuksia.

Tuomo Nieminen: Apurahat laitokselle (Medtronic), luentopalkkiot (GE Healthcare).

Kai Savonen: Luentopalkkiot (Orion, Spira), matka-, majoitus- ja kokouskulut (GSK).

Kari Kervinen: Luentopalkkiot (Astra Zeneca).



TAULUKKO 6.

**Kliinisen rasisuskokeen aikana ilmenevien EKG muutosten (ei ST-välin muutos) ja rytmihäiriöiden kliininen merkitys.**

Rytmihäiriö	Kliininen merkitys
Sinustakykardia	Normaali, fysiologinen vaste rasisukseen Kronotroopisessa inkompetenssissa syke ei tihene rasisuksessa riittävästi
QRS-heilahduksen leveneminen	Sykeriippuvainen haarakatko (aberraatio) on normaalia eikä vaadi lisätutkimuksia, jos siihen ei liity iskemiaa tai vaikeita oireita  Ryhmän IC rytmihäiriölääkkeitä käyttävillä potilailla QRS-heilahduksen keston piteneminen yli 50 % ennakoii vakavaa proarytmiaa ja edellyttää lääkityksen lopettamista
Delta-aallon katoaminen	Jos kammioiden pre-eksitaatio häviää yhtäkkiä sykkeen tihetessä, kyseessä ei yleensä ole ns. maligni WPW-oireyhtymä
Eteislisälyönnit	Tavanomainen löydös rasisuskokeessa, ei yleensä vaadi lisäselvityksiä
Supraventrikulaarinen takykardia	Pitkäkestoinen SVT on aina poikkeava ja hoitoarviota edellyttävä löydös
Eteisvärinä, eteislepatus	Aina poikkeava ja hoitoa vaativa löydös
Kammioisälyönnit	Vähäinen määrä kammioisälyönnejä rasisuksen alkuvaiheessa on normaalia etenkin, jos ne väistyvät sykkeen tihetessä Rasisuksen myötä enenevät ja palautumisvaiheessa runsaina esiintyvät lisälyönnit eivät ole normaali löydös ja ne voivat liittyä sydänsairauksiin
Kammiotakykardia	Aina poikkeava ja kiireellisiä jatkotutkimuksia vaativa löydös

120/min tai nousee rasisuksen aikana yli 80 %:iin iän mukaisesta maksimisykkeestä (220 – ikä), eteisvärinän kammiovastetta hidastavaa hoitoa on yleensä tehostettava. Ryhmän IC-rytmihäiriölääkkeiden turvallisuutta eteisvärinän estohoidossa voidaan arvioida rasisuskokeessa.

Rasisuskokeessa havaittava iskemia tai QRS-heilahduksen keston piteneminen 50 % lähtötilanteesta ennakoii vakavia haittavaikutuksia ja edellyttää lääkityksen lopettamista.

**Rytmihäiriöihin liittyvän riskin arviointi**

Rytmihäiriöt ovat yleensä hyvänlaatuisia, jos sydän on rakenteeltaan terve. Sydämen kaikututkimuksen ohella kliininen rasisuskoe on avainasemassa selvittäessä, liittyykö rytmihäiriö sydänsairauteen. Rasisuskoe paljastaa, onko rytmihäiriö iskemian aiheuttama tai vaikeuttaako sydänlihaksen hapenpuute rytmihäiriötä.

Ennen kuormituksen aloittamista levossa todettavat kammioisälyönnit ovat yleensä hyvänlaatuisia, etenkin jos ne häviävät sykkeen tihetessä. Sen sijaan rasisuksen myötä lisääntyvät ja

palautumisvaiheessa runsaina esiintyvät lisälyönnit voivat liittyä sydänsairauksiin ja edellyttävät jatkotutkimuksia. WPW-oireyhtymä ei yleensä ole vaarallinen, mikäli delta-aalto häviää äkillisesti sykkeen tihetessä (taulukko 6).

**Lapsen rasisuskokeen periaatteet**

Synnynnäisissä sydänvioissa (Liitetaulukko 2) ja sydänleikkauksessa hoidetuilla potilailla rasisuskokeella saadaan objektiivinen arvio suorituskyvystä sekä tietoa suorituskyvyn muutoksesta seurannassa ja uusintaleikkauksen tarpeesta. Tulosten perusteella voidaan laatia kuntoutussuunnitelma sekä arvioida suorituskäkyä suhteessa ammatinvalintaan tai urheiluharrastukseen ja liikuntarajoitusten tarpeellisuuteen (48).

Lasten rasisuskokeessa pitää käyttää laitteistoa, jossa on riittävät säätömahdollisuudet. Aikuisille tarkoitettua polkupyöräegometriä käytävän henkilön pituuden on oltava vähintään 120–130 cm.

Noin 7-vuotiaat osaavat kuvailla oireita melko hyvin ja 8–12-vuotiaat tunnistavat kehon tunteuksia niin, että heitä voidaan arvioida subjektiivista rasittavuutta kuvaavan Borgin asteikon mukaan. Nuorempien lasten tuntemusten arviointi on epäluotettavaa.

Rasisuskokeen tulkinnessa käytetään lapsen koon mukaisia viitearvoja (49,50,51). Rasisuksenaikainen maksimisyke lasketaan samalla kaavalla kuin aikuisilla. Luotettava lapsipotilaan verenpaineen mittausta voi rasisuksen aikana oikeankokoisesta mansetista huolimatta olla vaikeaa. Tulosten tulkinnessa on huomioitava, että systolisen verenpaineen nousu voi jäädä vähäiseksi terveilläkin lapsilla.

**Lopuksi**

Rasisuskoe on edelleen yksi parhaista kajoamattomista tutkimusmenetelmistä, kun halutaan selvittää sydän- ja verenkiertoelimistön toimintaa aikuisilla tai lapsilla. Koska siinä saadaan kokonaisvaltainen näkemys, se eroaa edukseen sellaisista menetelmistä, jotka keskittyvät pelkästään kuvantamaan sepelvaltimoiden ja sydämen anatomiaa. Potilaan riskitekijäprofiili ja oirekuva yhdessä rasisuskokeen tuloksen kanssa tarjoavat hyvät tiedot sydänpotilaan jatkohoidon suunnittelua varten. Rasisuskokeen hyvä saatavuus terveydenhuollossa puoltaa sen käyttöä sepelvaltimotaudin ja eräiden muiden sydänsairauksien ensisijaisena tutkimusmenetelmänä. ●

**English summary**

www.laakarilehti.fi  
in english  
Recommendation on the use of exercise testing in cardiovascular diseases – Finnish Cardiac Society

**JARI LAUKKANEN**  
Central Finland Central Hospital,  
Jyväskylä  
E-mail: jari.laukkanen@ksshp.fi

**TUOMO NIEMINEN**  
**KAI SAVONEN**  
**KARI KERVINEN**  
**TUIJA POUTANEN**  
**PEKKA RAATIKAINEN**

# Recommendation on the use of exercise testing in cardiovascular diseases – Finnish Cardiac Society

- Clinical exercise testing is a valuable tool for evaluation of the cardiovascular system and its functional limitations during daily activities.
- Exercise testing is a non-invasive method for the diagnosis of various cardiac diseases, assessment of prognosis and monitoring of cardiovascular diseases.
- When coronary heart disease is suspected, a stress test is the primary method in correctly selected patients on the basis of background information regarding the probability of disease.
- Very good availability is the main advantage compared to other methods for investigating coronary heart disease.
- Interpretation of the exercise testing is not limited to measurement of ST segment changes in the ECG; during the exercise heart rate, blood pressure, symptoms and possible arrhythmias should also be carefully evaluated.
- Exercise testing is a recommended method in the diagnosis of stress-related arrhythmias and it is very useful in the diagnosis of heart diseases and monitoring of treatment in children.
- The use of clinical exercise testing should not be reduced as exercise testing is still one of the best methods for evaluating the cardiovascular and circulatory system and can be easily implemented in primary healthcare settings. Due to its broad assessment of cardiovascular physiology its benefit differs from that of techniques which focus only on imaging the coronary arteries and cardiac anatomy.

**LIITETAULUKKO 1.**
**Fyysisen kunnon viitearvot.**

Maksimaalisen hapenottokyvyn (ml/kg/min), lepoaineenvaihdunnan kerrannaisen (metabolisen ekvivalentin = MET) ja maksimikuorman (W/kg) iän mukaiset viitearvot miehille ja naisille (28).

**SUORITUSKYKY, MIEHET**

Ikä, v		Erittäin heikko	Heikko	Keskitaso	Hyvä	Erittäin hyvä
57–58	ml/kg/min	< 18	18–22	23–34	35–41	> 41
	MET	< 5,0	5,0–6,5	6,6–9,9	10,0–11,6	> 11,6
	W/kg	< 1,4	1,4–1,8	1,9–2,9	3,0–3,5	> 3,5
59–60	ml/kg/min	< 17	17–22	23–34	35–40	> 40
	MET	< 4,9	4,9–6,4	6,5–9,8	9,9–11,5	> 11,5
	W/kg	< 1,4	1,4–1,8	1,9–2,8	2,9–3,5	> 3,5
61–62	ml/kg/min	< 17	17–21	22–33	34–40	> 40
	MET	< 4,8	4,8–6,3	6,4–9,7	9,8–11,4	> 11,4
	W/kg	< 1,3	1,3–1,7	1,8–2,8	2,9–3,4	> 3,4
63–64	ml/kg/min	< 16	16–21	22–33	34–39	> 39
	MET	< 4,6	4,6–6,2	6,3–9,5	9,6–11,2	> 11,2
	W/kg	< 1,3	1,3–1,7	1,8–2,7	2,8–3,4	> 3,4
65–66	ml/kg/min	< 16	16–20	21–32	33–39	> 39
	MET	< 4,4	4,4–5,9	6,0–9,3	9,4–11,0	> 11,0
	W/kg	< 1,2	1,2–1,6	1,7–2,7	2,8–3,3	> 3,3
67–68	ml/kg/min	< 15	15–19	20–31	32–38	> 38
	MET	< 4,2	4,2–5,7	5,8–9,1	9,2–10,8	> 10,8
	W/kg	< 1,1	1,1–1,5	1,6–2,7	2,8–3,2	> 3,2
69–70	ml/kg/min	< 14	14–19	20–30	31–37	> 37
	MET	< 4,0	4,0–5,5	5,6–8,9	9,0–10,6	> 10,6
	W/kg	< 1,0	1,0–1,5	1,6–2,5	2,6–3,2	> 3,2
71–72	ml/kg/min	< 13	13–18	19–29	30–36	> 36
	MET	< 3,7	3,7–5,2	5,3–8,6	8,7–10,3	> 10,3
	W/kg	< 1,0	1,0–1,4	1,5–2,4	2,5–3,0	> 3,0
73–74	ml/kg/min	< 12	12–17	18–28	29–35	> 35
	MET	< 3,2	3,2–4,7	4,8–8,3	8,4–10,0	> 10,0
	W/kg	< 0,8	0,8–1,3	1,4–2,3	2,4–3,0	> 3,0
75–76	ml/kg/min	< 10	10–15	16–27	28–33	> 34
	MET	< 3,0	3,0–4,5	4,6–7,9	8,0–9,6	> 9,6
	W/kg	< 0,7	0,7–1,2	1,3–2,1	2,2–2,8	> 2,8
77–78	ml/kg/min	< 9	9–14	15–26	27–31	> 32
	MET	< 2,6	2,6–4,2	4,3–7,5	7,6–9,2	> 9,2
	W/kg	< 0,6	0,6–1,0	1,1–2,1	2,2–2,7	> 2,7

**LIITETAULUKKO 1.**
**SUORITUSKYKY, NAISET**

Ikä, v		Erittäin heikko	Heikko	Keskitaso	Hyvä	Erittäin hyvä
57-58	ml/kg/min	< 16	16-19	20-28	29-34	> 34
	MET	< 4,5	4,5-5,6	5,7-8,3	8,4-9,6	> 9,6
	W/kg	< 1,2	1,2-1,5	1,6-2,4	2,5-2,9	> 2,9
59-60	ml/kg/min	< 15	15-18	19-27	28-33	> 33
	MET	< 4,2	4,2-5,3	5,4-7,9	8,0-9,3	> 9,3
	W/kg	< 1,1	1,1-1,4	1,5-2,3	2,4-2,9	> 2,9
61-62	ml/kg/min	< 14	14-17	18-26	27-32	> 32
	MET	< 3,9	3,9-5,1	5,2-7,7	7,8-9,0	> 9,0
	W/kg	< 1,0	1,0-1,4	1,5-2,3	2,4-2,8	> 2,8
63-64	ml/kg/min	< 13	13-16	17-25	26-31	> 31
	MET	< 3,6	3,6-4,8	4,9-7,4	7,5-8,8	> 8,8
	W/kg	< 0,9	0,9-1,3	1,4-2,2	2,3-2,7	> 2,7
65-66	ml/kg/min	< 12	12-15	16-25	26-30	> 30
	MET	< 3,4	3,4-4,6	4,7-7,2	7,3-8,6	> 8,6
	W/kg	< 0,9	0,9-1,2	1,3-2,1	2,2-2,6	> 2,6
67-68	ml/kg/min	< 11	11-15	16-24	25-29	> 29
	MET	< 3,2	3,2-4,4	4,5-7,0	7,1-8,4	> 8,4
	W/kg	< 0,8	0,8-1,1	1,2-2,0	2,1-2,6	> 2,6
69-70	ml/kg/min	< 11	11-14	15-23	24-29	> 29
	MET	< 3,1	3,1-4,2	4,3-6,8	6,9-8,2	> 8,2
	W/kg	< 0,7	0,7-1,0	1,1-1,9	2,0-2,5	> 2,5
71-72	ml/kg/min	< 10	10-14	15-23	24-28	> 28
	MET	< 2,9	2,9-4,1	4,2-6,7	6,8-8,0	> 8,0
	W/kg	< 0,6	0,6-1,0	1,1-1,9	2,0-2,4	> 2,4
73-74	ml/kg/min	< 10	10-13	14-22	23-28	> 28
	MET	< 2,8	2,8-3,9	4,0-6,5	6,6-7,9	> 7,9
	W/kg	< 0,6	0,6-0,9	1,0-1,8	1,9-2,3	> 2,3
75-76	ml/kg/min	< 10	10-13	14-22	23-28	> 28
	MET	< 2,7	2,7-3,9	4,0-6,5	6,6-7,8	> 7,8
	W/kg	< 0,5	0,5-0,8	0,9-1,7	1,8-2,3	> 2,3
77-78	ml/kg/min	< 9	9-13	14-22	23-27	> 27
	MET	< 2,6	2,6-3,8	3,9-6,4	6,5-7,8	> 7,8
	W/kg	< 0,4	0,4-0,7	0,8-1,6	1,7-2,2	> 2,2

## LIITETAULUKKO 2.

### Rasituskoe synnynnäisissä sydänvioissa.

Synnynnäisiin sydänvikoihin liittyy erityispiirteitä, jotka on huomioitava sekä rasituskokeen suorituksessa että tulkinnessa. Monissa tapauksissa (esim. yksikammioinen sydän) on hyödyllistä seurata myös happisaturaatiota rasituksen aikana. Normaalisti pulssioksimetrillä mitattu happisaturaatio pienenee korkeintaan 4 % rasituksen aikana. Vaikeissa sydänvioissa ja niiden postoperatiivisessa seurannassa suositellaan käytettäväksi ergospirometriaa.

### SYNNYNÄISISSÄ SYDÄNVIOISSA HUOMIOITAVIA ASIOITA RASITUSKOEKESSESSÄ

Aortan koarktaatio  
Hypertensio rasituksessa  
Verenpaineen mittaaminen oikeasta kädestä

Fallot'n tetralogia  
Suorituskyvyn lasku rasituksessa  
Rytmihäiriöt

Aorttastenoosi  
Verenpaineen lasku  
Rytmihäiriöt

Yksikammioinen sydän  
Heikentynyt suorituskyky  
Saturaation käyttäytyminen rasituksessa  
Rytmihäiriöt